



Document Summary



[Preview Claims](#)
[Preview Full Text](#)
[Preview Full Image](#)

Email Link:

Document JP 08-181666 A2

ID:

Title: AUTOMATIC FREQUENCY CONTROL CIRCUIT FOR POLARIZED WAVE DIVERSITY OPTICAL RECEIVER

Assignee: FUJITSU LTD
NIPPON TELEGR & TELEPH CORP

Inventor: NAITO TAKAO
OKAWA NORIO

US Class:

Int'l Class: H04B 10/28 A; H04B 10/26 B; H04B 10/14 B; H04B 10/04 B; H04B 10/06 B; H04B 10/152 B; H04B 10/142 B

Issue Date: 07/12/1996

Filing Date: 12/27/1994

Abstract:

PURPOSE: To allow the circuit to operate stably even against fast fluctuation of a polarized wave by selecting one intermediate frequency signal in two polarized components in response to an output signal of a hysteresis circuit and controlling an optical local oscillator based on the selected signal.

CONSTITUTION: When a polarized state of a signal light fluctuates with a frequency sufficiently higher than a reply frequency of automatic frequency control, an output signal of a comparator circuit 33 fluctuates fast in response to a polarized wave fluctuation. The fluctuation is absorbed by a filter circuit 34 limiting a frequency band and an output of the circuit 34 in which the fluctuation is suppressed is given to a hysteresis circuit 35. The output of the circuit 35 is made to be stable and a switch circuit 36 selects only one intermediate frequency signal continuously. Thus, even when high speed polarized wave fluctuation is in existence, the intermediate frequency signal with higher power is obtained from the circuit for each half period of the polarized wave fluctuation and stable automatic frequency control is conducted based on the intermediate frequency signal.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-181666

(43)公開日 平成8年(1996)7月12日

(51)Int.Cl.*

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 04 B 10/28

10/26

10/14

H 04 B 9/00

Y

S

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁) 最終頁に統ぐ

(21)出願番号

特願平6-324756

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 内藤 崇男

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通 株式会社内

(72)発明者 大川 典男

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話 株式会社内

(74)代理人 弁理士 小林 隆夫

(22)出願日

平成6年(1994)12月27日

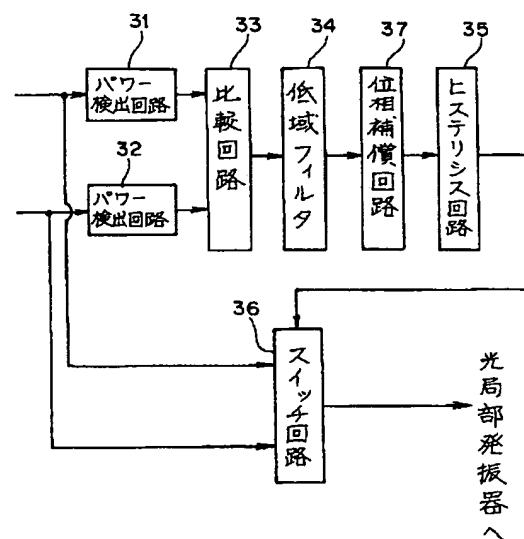
(54)【発明の名称】 偏波ダイバーシティ光受信装置の自動周波数制御回路

(57)【要約】

【目的】 光波通信における偏波ダイバーシティ受信装置に用いられる自動周波数制御回路に関し、高速な偏波変動に対しても安定に動作することができる自動周波数制御回路を提供することを目的とする。

【構成】 二つの偏波成分の中間周波信号のパワーをそれぞれ検出するパワー検出回路31、32と、パワー検出回路31、32で検出した二つの中間周波信号のパワーの大小を比較する比較回路33と、比較回路33の比較結果信号に周波数帯域制限を与えるフィルタ回路34と、フィルタ回路34の出力信号に対してヒステリシス特性を与えるヒステリシス回路35と、ヒステリシス回路35の出力信号に応じて上記二つの偏波成分の中間周波信号の一方を選択するスイッチ回路36とを備え、スイッチ回路36で選択した信号に基づいて光局部発振器を制御する。

本発明に係る原理説明図



【特許請求の範囲】

【請求項1】二つの偏波成分の中間周波信号のパワーをそれぞれ検出するパワー検出回路(31、32)と、該パワー検出回路で検出した二つの中間周波信号のパワーの大小を比較する比較回路(33)と、該比較回路の比較結果信号に周波数帯域制限を与えるフィルタ回路(34)と、該フィルタ回路の出力信号に対してヒステリシス特性を与えるヒステリシス回路(35)と、該ヒステリシス回路の出力信号に応じて該二つの偏波成分の中間周波信号の一方を選択するスイッチ回路(36)とを備え、該スイッチ回路で選択した信号に基づいて光局部発振器を制御するように構成された偏波ダイバーシティ光受信装置の自動周波数制御回路。

【請求項2】該フィルタ回路は低域フィルタからなり、その遮断周波数 f_{LPF} が、

$f_{AFC} < f_{LPF} < f_{H1S}$ かつ $f_{A2/A1} < f_{H1S}$
ただし、 f_{AFC} は自動周波数制御の応答周波数、 f_{H1S} は該ヒステリシス回路の応答周波数、 $f_{A2/A1}$ は、規格化された電圧振幅が該ヒステリシス回路のヒステリシス比 A_2/A_1 に一致する該低域フィルタの周波数、となるように設定されたことを特徴とする請求項1記載の偏波ダイバーシティ光受信装置の自動周波数制御回路。

【請求項3】該フィルタ回路の後段に該フィルタ回路で生じた信号遅延を補償するための位相補償回路(37)を設けて該フィルタ回路の出力信号を該位相補償回路を通して該ヒステリシス回路に入力させるように構成した請求項1または2記載の偏波ダイバーシティ光受信装置の自動周波数制御回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、将来の長距離・大容量通信における適用が期待されている光波通信において、偏波変動対策として偏波ダイバーシティ受信方式を採用して安定な受信を可能とする偏波ダイバーシティ受信装置に用いられる自動周波数制御回路に関する。

【0002】

【従来の技術】光波通信方式としては強度変調・直接検波方式あるいはコヒーレント光通信方式などがあり、さらにコヒーレント光通信方式にはホモダイン方式あるいはヘテロダイン検波方式がある。

【0003】このうち、ヘテロダイン検波方式では、図4に示されるように、入力された信号光と光局部発振器2で生成した局部発振光を混合回路1'で合波した後に、光検波回路3で光検波して中間周波信号を得、この中間周波信号を用いて復調を行う。この際に、中間周波信号の中心周波数を一定に保つ自動周波数制御(AFC制御)が必要である。AFC制御では、中間周波信号の一部を分岐回路5で分岐し、周波数弁別回路17で周波

数弁別してその出力を電圧電流変換回路18で電流に変換して光局部発振器2に帰還し、それにより中間周波信号の中間周波数 f_{rf} が一定となるように局部発振光の周波数 f_{rf} を制御する構成を用いる。

【0004】光波通信では信号光は光ファイバ等の伝搬路において偏波面が変化するという偏波変動を起こす可能性があるが、この信号光の偏波変動対策としては偏波ダイバーシティ受信方式が有効である。偏波ダイバーシティ受信方式では、信号光の水平、垂直の二つの偏波状態に対応して、二つの受信器を用いてそれぞれ光ヘテロダイン検波し、二つの中間周波信号を出力し、復調したのちに両者を加算する構成を用いている。

【0005】図5はかかる偏波ダイバーシティ受信方式による受信装置の構成例を示すものである。図示のように、混合回路1では、信号光を水平/垂直の2偏波に分離し、また光局部発振器2の局部発振光を水平/垂直の2偏波に分離し、水平偏波成分同士と垂直偏波成分同士をそれぞれ混合して水平/垂直の2偏波の中間周波成分を得、これを水平偏波側の受信器(光検波回路3H、増幅回路4H、分岐回路5H、復調回路6H)と垂直偏波側の受信器(光検波回路3V、増幅回路4V、分岐回路5V、復調回路6V)でそれぞれ復調し、それぞれで復調した信号を加算回路8で加算するものである。

【0006】この偏波ダイバーシティ受信方式におけるAFC制御としては、図6に示されるように、分岐回路5H、5Vでそれぞれ分岐した水平、垂直の二つの偏波面の中間周波信号のパワーをパワー検出器10H、10Vでそれぞれ検出して比較回路12で両者を比較し、この比較回路12でパワーの大きい方の中間周波信号を判定して、スイッチ駆動回路16によりスイッチ回路11を駆動してそのパワーの大きい方の中間周波信号を選択し、その後にその選択した中間周波信号の周波数を周波数弁別回路17で弁別して光局部発振器2に帰還をかける構成の比較選択法が有効な方法である。

【0007】この比較選択法では、二つの中間周波信号のパワーを検出して両者を比較した後に、比較回路12の出力信号をチャタリング防止用のヒステリシス回路15を通してスイッチ駆動回路16に入力してスイッチ回路11を制御し、パワーの大きい中間周波信号を選択するようにしており、それにより二つの中間周波信号パワーの大小関係の微細な変動に対してスイッチ回路11が不必要に頻繁に切り替わらないようにしている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記の比較選択法を用いたAFC制御において、高速な偏波変動に対しても安定な動作が要求される。信号光の偏波状態が高速に変動する場合に、二つの中間周波信号のパワーが変動する周期よりも、パワー検出からスイッチ回路11を制御するまでのアナログ制御回路の応答時間が無視できないほど大きくなると、偏波変動に対してスイッチ回路11の動

作タイミングが遅れてしまうことになり、スイッチ回路11においてパワーの大きい中間周波信号を常に選択することができなくなる。特に、位相が180度ずれた最悪の場合には、スイッチ回路11は必ずパワーの小さい中間周波信号を選択してしまうことになる。

【0009】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、偏波ダイバーシティ光受信装置において、高速な偏波変動に対しても安定に動作することができる自動周波数制御回路を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】図1は本発明に係る原理説明図である。本発明による偏波ダイバーシティ受信装置の自動周波数制御回路は、二つの偏波成分の中間周波信号のパワーをそれぞれ検出するパワー検出回路31、32と、パワー検出回路31、32で検出した二つの中間周波信号のパワーの大小を比較する比較回路33と、比較回路33の比較結果信号に周波数帯域制限を与えるフィルタ回路34と、フィルタ回路34の出力信号に対してヒステリシス特性を与えるヒステリシス回路35と、ヒステリシス回路35の出力信号に応じて上記二つの偏波成分の中間周波信号の一方を選択するスイッチ回路36とを備え、スイッチ回路36で選択した信号に基づいて光局部発振器を制御するように構成されたものである。

【0011】上記フィルタ回路34は低域フィルタで構成することができ、この低域フィルタの遮断周波数 f_{LPF} は、

$f_{AFC} < f_{LPF} < f_{H1S}$ かつ $f_{A2/A1} < f_{H1S}$
ただし、 f_{AFC} は自動周波数制御の応答周波数、 f_{H1S} は該ヒステリシス回路の応答周波数、 $f_{A2/A1}$ は、規格化された電圧振幅が該ヒステリシス回路のヒステリシス比 A_2/A_1 に一致する該低域フィルタの周波数、となるように設定するとよい。

【0012】また上記フィルタ回路34の後段にフィルタ回路34で生じた信号遅延を補償するための位相補償回路37を設けて、フィルタ回路34の出力信号を位相補償回路37を通してヒステリシス回路35に入力するように構成することができる。

【0013】

【作用】自動周波数制御の応答周波数 f_{AFC} よりも十分に大きい周波数で信号光の偏波状態が変動している場合、比較回路33の出力信号も偏波変動に対応して高速に変動することになるが、この変動は周波数帯域制限を行うフィルタ回路34により吸収され、フィルタ回路34の出力信号は変動が抑えられてヒステリシス回路35に入力される。よってヒステリシス回路35の出力信号は偏波変動に対しても安定になって変動せず、したがってスイッチ回路36は切換え動作を行わずに一方の中間周波信号のみを継続的に選択する。このように高速の偏

波変動に対して一方の中間周波信号のみを継続的に選択するようになると、高速の偏波変動、特に偏波変動のスイッチ動作の位相が180°ずれてしまうような偏波変動がある場合でも、自動周波数制御回路では、偏波変動の半周期ごとにパワーの大きい側の中間周波信号を得ることができ、この中間周波信号に基づいて安定した自動周波数制御を行うことが可能である。

【0014】フィルタ回路34は低域フィルタで構成することができ、その遮断周波数 f_{LPF} を、

10 $f_{AFC} < f_{LPF} < f_{H1S}$ かつ $f_{A2/A1} < f_{H1S}$
になるように設定する。このように周波数 $f_{A2/A1}$ が応答周波数 f_{H1S} よりも小さい場合、信号光の偏波状態が高速に変動してもスイッチ回路36のスイッチ動作は1回行われることがあっても2回以上行われないようになる。

【0015】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。図2には本発明の一実施例としての自動周波数制御回路を用いた偏波ダイバーシティ方式受信機が示される。

20 図2において、混合回路1は光伝送路を介して伝送されてきた信号光の水平／垂直の各偏波成分ごとに光局部発振器2から出力された局部発振光と混合する。光局部発振器2は局部発振光を発振する。光検波回路3H、3Vは混合回路1から出力される水平／垂直の偏波成分の光信号をそれぞれ光検波して光／電気変換し中間周波信号を出力する。増幅回路4H、4Vは光検波回路3H、3Vからそれぞれ出力される中間周波信号をそれぞれ増幅する。分岐回路5H、5Vは増幅回路4H、4Vの出力信号の一部を分岐してAFC回路に与える。復調回路6H、6Vは水平／垂直偏波成分の中間周波信号をそれぞれ復調してベースバンド信号を得る。加算回路8は復調回路6H、6Vからそれぞれ出力されるベースバンド信号を加算する。ベースバンド回路7は加算回路8から出力されるベースバンド信号からクロックCLKを抽出し識別する。

【0016】またAFC回路においては、分岐回路9

H、9Vは分岐回路5H、5Vで分岐した中間周波信号の一部をそれぞれさらに分岐する。パワー検出器10H、10Vは分岐回路9H、9Vで分岐した中間周波信号のパワーをそれぞれ検出する。比較回路12はパワー検出器10H、10Vからの二つの中間周波信号のパワー検出信号のパワーの大小を比較する。低域フィルタ（低域通過回路）13は比較回路12から出力される信号に周波数帯域制限を与える。位相補償回路14は低域フィルタ13で生じた信号の位相遅延を補償する。ヒステリシス回路15は位相補償回路14から出力される信号に図3の（B）に示されるヒステリシス特性を与える。スイッチ駆動回路16はヒステリシス回路15から出力される信号を用いてスイッチ回路11を切り換えるよう駆動する。スイッチ回路11は分岐回路9H、9V

で分岐された二つの中間周波信号のうちの一方を選択する。周波数弁別回路17はスイッチ回路11から出力される信号を周波数弁別する。電圧電流変換回路18は周波数弁別回路17から出力される周波数を光局部発振器2において局部発振光の注入電流に帰還する。

【0017】このAFC回路が前述の図6のAFC回路と相違する点は、比較回路12の後段に、低域フィルタ13と位相補償回路14が設けられており、比較回路12の出力信号はこの低域フィルタ13と位相補償回路14を通過してヒステリシス回路15に入力されるようになっていることである。

【0018】この低域フィルタ13の遮断周波数 f_{LPP} の設定の仕方を図3の(A)を参照して以下に説明する。図3において、縦軸は規格化された電圧振幅、横軸は周波数であり、(イ)はAFC制御の周波数特性、(ロ)は低域フィルタ13の周波数特性、(ハ)はヒステリシス回路15の周波数特性である。

【0019】いま、AFC制御の応答周波数を f_{AFC} 、ヒステリシス回路15の応答周波数を f_{HIS} とすると、 $f_{AFC} < f_{LPP} < f_{HIS}$ かつ $f_{A2/A1} < f_{HIS}$ になるように低域フィルタ13の遮断周波数 f_{LPP} を設定する。ただし、ヒステリシス回路13の応答周波数 f_{HIS} よりも、スイッチ駆動回路16およびスイッチ回路11は十分速く応答するものと仮定する。 $f_{A2/A1}$ は、規格化された電圧振幅が図3の(B)に示すヒステリシス比 A_2/A_1 に一致する点に対応する低域フィルタ13の特性(ロ)上の周波数である。なお、上記 A_2 はヒステリシス回路への入力信号振幅の最大変動幅、 A_1 はヒステリシスの幅である。

【0020】このように周波数 $f_{A2/A1}$ が応答周波数 f_{HIS} よりも小さい場合には、信号光の偏波状態が高速に変動したため比較回路12の出力信号がそれに追従して高速に変動しても、その変動は低域フィルタ13で吸収されてしまい、ヒステリシス回路15に入力される信号の変動幅はヒステリシスの幅 A_2 以内になるので、スイッチ回路11によるスイッチ動作は1回行われることがあっても2回以上行われない。

【0021】つまり、図3の(B)に示すように、ヒステリシス回路15への入力信号の振幅を A_1 とすると、入力信号振幅 $|A_3| < A_1$ ならばヒステリシス回路15の出力信号は一定値となるので、高速な偏波変動に対しては上述の関係となるように比較回路12の出力信号を低域フィルタ13で低域通過するものである。

【0022】このように、AFC制御の応答周波数 f_{AFC} よりも十分に大きい周波数で信号光の偏波状態が変

動する場合には、スイッチ回路11の切換え動作が行われないようにして一方の中間周波信号のみを選択するような制御を行う。このように一方の中間周波信号のみを選択すると、偏波変動の半周期ごとに、中間周波信号を得ることができるので、前述したような位相が 180° ずれてしまう最悪の場合でも、一方の中間周波信号を連続的に選択することにより、その中間周波信号から半周期毎にパワーのある信号を取り出して周波数弁別回路17に入力させることができる。

【0023】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、偏波ダイバーシティ光受信装置における自動周波数制御回路を、高速な偏波変動に対しても安定に動作させることができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る原理説明図である。

【図2】本発明の一実施例としての自動周波数制御回路を備えた偏波ダイバーシティ光受信装置を示す図である。

【図3】実施例装置における低域フィルタとヒステリシス回路の特性を説明する図である。

【図4】従来のAFC制御機能を持つ光受信装置を示す図である。

【図5】従来の偏波ダイバーシティ光受信装置を示す図である。

【図6】従来の偏波ダイバーシティ光受信装置に用いられるAFC回路の構成例を示す図である。

【符号の説明】

1、1' 混合回路

2 光局部発振器

3、3H、3V 光検波回路

4、4H、4V 増幅回路

5、5H、5V、9H、9V 分岐回路

6、6H、6V 復調回路

7 ベースバンド回路

8 加算器

10H、10V パワー検出回路

11 スイッチ回路

12 比較回路

13 低域フィルタ

14 位相補償回路

15 ヒステリシス回路

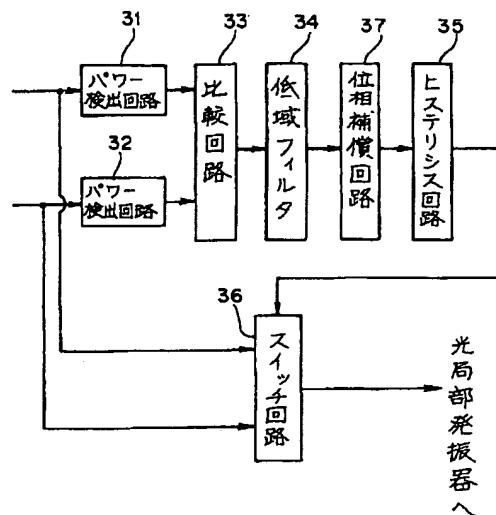
16 スイッチ駆動回路

17 周波数弁別回路

18 電圧電流変換回路

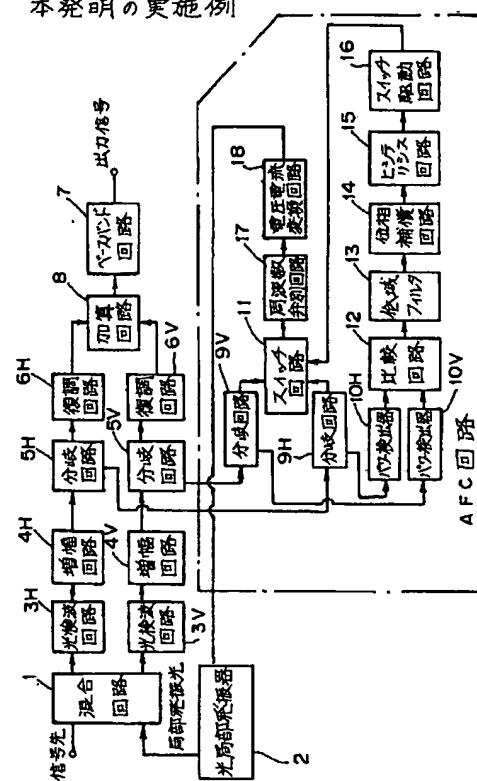
【図1】

本発明に係る原理説明図



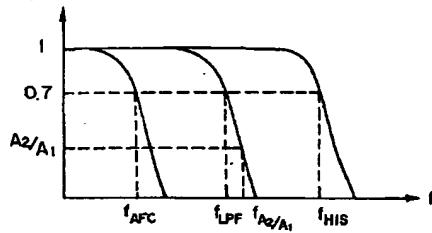
【図2】

本発明の実施例

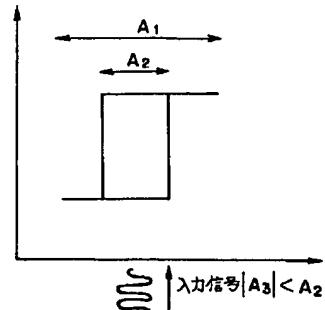


【図3】

規格化された振幅電圧



(A) 低域滤波器の特性

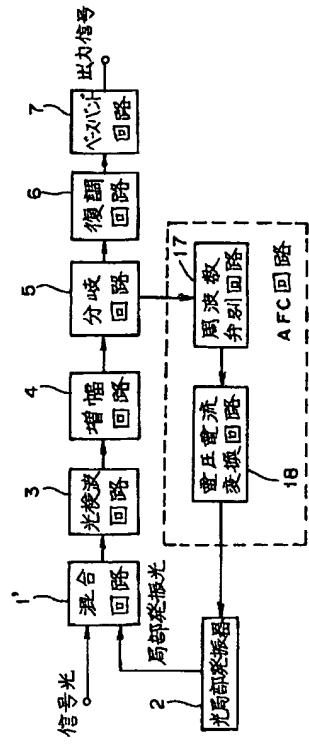


(B) ヒステリシス回路の特性

入力信号振幅 $|A_3| < A_2$ ならば出力は一定値

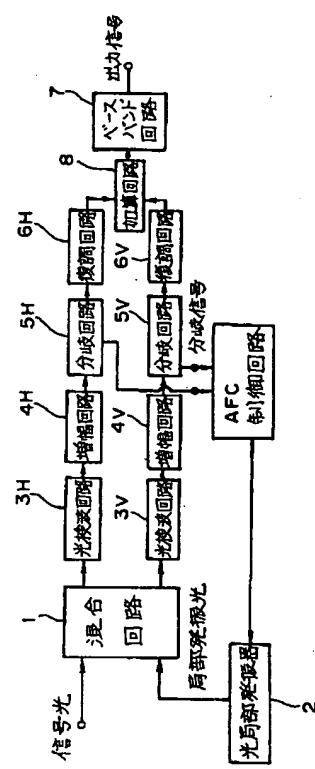
【図4】

AFC制御機能を備えた光受信装置



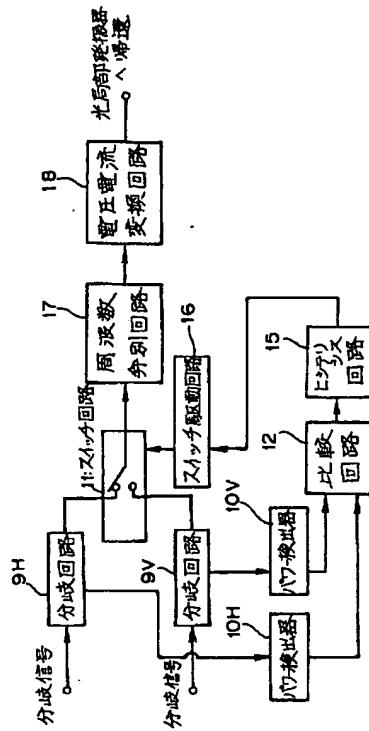
【図5】

偏波ダイバーシティ光受信装置



【図6】

偏波ダイバーシティ受信方式のAFC回路



フロントページの続き

(51)Int.C1.°

識別記号

F I

技術表示箇所

H 0 4 B 10/04

10/06

10/152

10/142

H 0 4 B 9/00

L